

⑮ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 199 22 679 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 23 K 9/20

⑰ Aktenzeichen: 199 22 679.2

⑱ Anmeldetag: 18. 5. 1999

① Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 199 22 679 A 1

⑦ Anmelder:

Emhart Inc., Newark, Del., US

⑦A Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 40474  
Düsseldorf

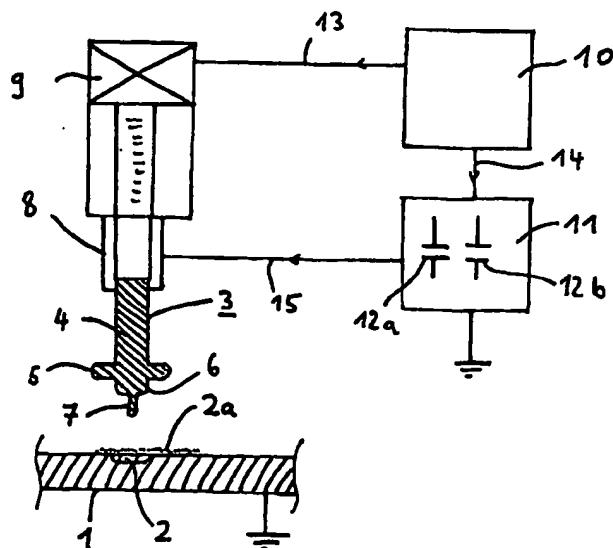
⑦B Erfinder:

Schmitt, Klaus Gisbert, Dr., 35390 Gießen, DE;  
Krengel, Michael, 35396 Gießen, DE; Gottwals,  
Haymo, 35325 Mücke, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤A Verfahren und Vorrichtung zum zweistufigen Lichtbogenschweißen eines Bolzens an eine metallische Struktur und zugehöriger Bolzen

⑤B Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lichtbogenschweißen eines Bolzens (3) an eine metallische Struktur (1), wobei der Bolzen (3) an seinem Anschweißende einen Flansch (5) aufweist, aus dem mindestens eine Spitze (7) hervorsticht. Der Bolzen (3) wird dabei an die Struktur (1) herangeführt, bis die Spitze (7) die Struktur (1) in einem Anschweißbereich (2) berührt. Wenn die Spitze (7) die Struktur (1) kontaktiert, wird diese durch einen Stromstoß aus einer Schweißstromquelle (11) explosionsartig verdampft, wobei eine dabei erzeugte Explosionswelle und/oder das dabei erzeugte Plasma den Anschweißbereich (2) der Struktur (1) von Beschichtungen, Verunreinigungen und/oder Oxiden (2a) reinigen. Die Schweißstromquelle (11) wird abgeschaltet oder so gesteuert, daß nach der Explosion kurzfristig kein Lichtbogen zwischen Struktur (1) und Bolzen (3) vorhanden ist, so daß die Berührungsstelle (2) wieder erstarren kann. Anschließend wird in einer zweiten Prozeßstufe ein an sich bekannter Lichtbogen-Schweißvorgang zur Anschweißung des Bolzens (3) an die Struktur (1) durchgeführt, insbesondere nach dem Hubzündungsverfahren. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders für Bolzenschweißungen an Aluminium-Strukturen, auch bei Vorhandensein eines Oberflächenbelages, insbesondere eines Oxides und/oder eines Ölfilms.



DE 199 22 679 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lichtbogenschweißen eines Bolzens an eine metallische Struktur, insbesondere an eine Struktur aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

Das Anschweißen eines metallischen Bolzens an eine metallische Struktur mittels Lichtbogenschweißen ist ein weit verbreitetes Verfahren, welches insbesondere in der Automobilindustrie Anwendung findet. Man unterscheidet im wesentlichen zwei verschiedene Schweißverfahren mit entsprechender Ausgestaltung der zugehörigen Bolzen.

Bei einem Schweißverfahren, dem sogenannten Hubzündungsverfahren, weist das Anschweißende des Schweißbolzens einen Flansch auf, der meist an seiner Unterseite auch noch eine Materialwulst aufweist, die gewölbt sein kann oder die Form eines sehr stumpfen Kegels aufweist. Der Bolzen wird beim Hubzündungsverfahren zunächst mit der Materialwulst an eine Struktur herangeführt, bis ein elektrischer Kontakt entsteht. Aus einer Schweißstromquelle wird nun ein hoher elektrischer Strom durch Bolzen und Struktur geleitet.

Anschließend wird der Bolzen wieder etwas von der Struktur abgehoben, wodurch zwischen Bolzen und Struktur ein Lichtbogen entsteht, der die Struktur in einem Anschweißbereich aufschmilzt und ebenfalls Teile der Materialwulst. Nach einer vorgegebenen Zeit wird der Bolzen in die im Anschweißbereich entstandene Schmelze abgesenkt, wodurch beim anschließenden Abkühlen eine sehr stabile Schweißverbindung zwischen Bolzen und Struktur entsteht.

Ein anderes Verfahren zum Lichtbogenschweißen von Bolzen an eine metallische Struktur ist das sogenannte Spitzenzündungsverfahren. Dabei weist das Anschweißende des Schweißbolzens eine herausragende oder hervorstehende Spitze auf, die zunächst an die Struktur herangeführt wird. Die Spitze ist so dimensioniert, daß sie durch Beaufschlagung mit einem Schweißstrom schlagartig verdampft unter Bildung eines heißen Plasmas, wodurch das verbleibende Anschweißende und die Struktur aufgeschmolzen werden. Der Bolzen wird dabei direkt mit großer Geschwindigkeit in die Schmelze abgesenkt. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in der DE 42 36 527 beschrieben. Die hohe benötigte Energie für diesen Vorgang führt zu einem sehr lauten Explosionsgeräusch. Außerdem muß die Struktur im allgemeinen auf der Rückseite des Anschweißbereiches unterstützt werden, da das Auftreffen des Schweißbolzens mit hoher Geschwindigkeit sonst Schwingungen auslösen kann, die die Schweißqualität beeinträchtigen. Ohnehin ist die Qualität der Schweißung stark von der Qualität der Spitze abhängig.

Die immer breitere Anwendung von Bolzenschweißverfahren führt auch zu Anwendungsfällen, die mit keinem der beiden Verfahren besonders gut gelöst werden können. So gibt es Anwendungsfälle, in denen die Struktur im Anschweißbereich beschichtet oder verschmutzt, insbesondere mit einer Ölschicht versehen ist, und Fälle, bei denen als Struktur ein Material, insbesondere Aluminium, vorhanden ist, welches eine Oxidschicht aufweist. Kombinationen der beiden Fälle treten ebenfalls auf.

Für solche Anwendungsfälle ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Lichtbogenschweißen eines Bolzens an eine metallische Struktur bereitzustellen, welches qualitativ hochwertige und reproduzierbare Schweißverbindungen an Oberflächen ermöglicht, die mit einer Oxidschicht und/oder einem anderen Oberflächenbelag, insbesondere Öl, versehen sind. Auch eine entsprechende Vorrichtung und ein für das Verfahren besonderes geeigneter Schweißbolzen sollen durch die Erfindung be-

reitgestellt werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1, eine Vorrichtung gemäß Anspruch 8 sowie ein Schweißbolzen gemäß Anspruch 10. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das Verfahren zum Lichtbogenschweißen eines Bolzens an eine metallische Struktur, wobei der Bolzen an seinem Anschweißende einen Flansch aufweist, aus dem mindestens eine Spitze hervorsticht, ist erfindungsgemäß zweistufig und weist folgende Schritte auf:

- a) Der Bolzen wird an die Struktur herangeführt bis die Spitze die Struktur in einem Anschweißbereich berührt,
- b) wenn die Spitze die Struktur kontaktiert, wird diese durch einen Stromstoß aus einer Schweißstromquelle explosionsartig verdampft, wobei eine dabei erzeugte Explosionswelle und/oder ein dabei entstehendes Plasma den Anschweißbereich der Struktur von Verunreinigungen und/oder Oxiden reinigen,
- c) die Schweißstromquelle wird abgeschaltet oder so gesteuert, daß nach der Explosion kurzfristig kein Lichtbogen zwischen Struktur und Bolzen vorhanden ist, so daß die Berührungsstelle wieder erstarren kann,
- d) anschließend wird in einer zweiten Prozeßstufe ein an sich bekannter Lichtbogen-Schweißvorgang zur Anschweißung des Bolzens an die Struktur durchgeführt, insbesondere nach dem Hubzündungsverfahren.

Anders als beim Stand der Technik wird die Spitze am Anschweißende des Bolzens nicht zum Aufschmelzen von Anschweißende des Bolzens und Anschweißbereich der Struktur benutzt, sondern nur zur Explosion gebracht, um eine Reinigung der Oberfläche der Struktur im Anschweißbereich zu erzielen. Die schlagartige Verdampfung der Spitze und/oder das dabei entstehende Plasma schieben nicht nur einen eventuell vorhandenen Ölfilm beiseite bzw. verbrennen diesen, sondern können auch eine an der Oberfläche vorhandene Beschichtung oder Oxidschicht aufreißen und dadurch eine metallische Oberfläche erzeugen, die einen nachfolgenden Schweißvorgang begünstigt. Unabhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche vor der Explosion liegt nach der Explosion immer eine gleichmäßige Oberflächenbeschaffenheit vor, wodurch sehr gut reproduzierbare Schweißungen ermöglicht werden.

Ein besonderes Anwendungsgebiet der Erfindung ist das Anschweißen von Bolzen an Strukturen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Typischerweise bildet sich an der Oberfläche solcher Materialien eine Schicht von Aluminiumoxid, welche das Kontaktieren mit einem Schweißbolzen erschwert und reproduzierbare Schweißverbindungen mit herkömmlichen Schweißverfahren nicht immer zuläßt. Dabei kann der anzuschweißende Bolzen ebenfalls aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

Da die Energie der ersten Explosion den Anschweißbereich bereits etwas aufschmelzen kann, ist es von Vorteil, zunächst vor dem eigentlichen Schweißvorgang wieder definierte Bedingungen herzustellen, indem für eine Zeit von ca. 10 bis 200 msec, vorzugsweise 50 bis 100 msec, nach der Explosion die Entstehung eines Lichtbogens verhindert wird, um eine Erstarrung der Berührungsstelle zu erlauben.

Wichtig kann es dabei sein, nach der Explosion zwischen Bolzen und Struktur einen Abstand aufrecht zu erhalten, damit nicht verschentlich eine bereits unerwünschte punktuelle Schweißverbindung entsteht, die den nachfolgenden Schweißvorgang behindert oder unmöglich macht. Am günstigsten ist es, wenn die Länge der Spitze gerade dem ge-

wünschten Abstand nach der Explosion entspricht. In diesem Falle braucht nur der Bolzen mit Spitze an die Struktur herangefahren und in dieser Position gehalten zu werden, bis der eigentliche Schweißvorgang beginnt.

Da nach der Explosion der Spitze und Erlöschen des Lichtbogens eine Spitzenzündung nicht mehr möglich ist, wird erfindungsgemäß im Anschluß an die Explosion in einer zweiten Prozeßstufe ein herkömmliches Hubzündungsverfahren, wie oben beschrieben, durchgeführt. Nach der Explosion der Spitze hat der Flansch des Bolzens eine Form, die für das Hubzündungsverfahren geeignet ist, beispielsweise mit einer Materialwulst am Anschweißende. Dieser kann mit dem Anschweißbereich der Struktur in Kontakt gebracht und dann wieder angehoben werden, wodurch ein Lichtbogen für den endgültigen Schweißvorgang entsteht. Durch die in der ersten Stufe vorgereinigte metallische Oberfläche im Anschweißbereich läßt sich eine hohe Qualität der Schweißung erreichen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens muß geeignet sein, zunächst einen ersten starken Stromstoß zu erzeugen, der die Spitze zur Explosion bringt, und kurze Zeit später den notwendigen zweiten Schweißstrom für das eigentliche Hubzündungsverfahren. Dazu ist eine Schweißstromquelle mit entsprechender Steuereinrichtung erforderlich, die vorzugsweise zwei Kondensatorbatterien enthalten sollte, eine zur Explosion der Spitze und eine zur Durchführung des Schweißvorganges. Außerdem muß die Vorrichtung alle typischen Einrichtungen zur Durchführung eines Hubzündungsverfahrens aufweisen, nämlich eine Bolzenhalterung, einen Linearantrieb zum Bewegen der Bolzenhalterung und eine schnelle Steuerung, die den Bewegungsablauf des Bolzens und den Schweißstromverlauf mit großer Genauigkeit regeln kann, insbesondere mit zeitlichen Genauigkeiten im Bereich von 2 bis 20 msec.

Als besonders geeignet für die vorliegende Aufgabe hat sich ein Linearantrieb, insbesondere mit einem elektromagnetischen Antrieb erwiesen. Solche Antriebe, wie sie beispielsweise in der DE 44 37 264 A1 beschrieben sind, lassen eine sehr präzise Steuerung oder Regelung der Position und der Geschwindigkeit des Bolzens während des Schweißvorganges zu.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient ein Schweißbolzen mit einem Flansch zum Anschweißen an einer Struktur mittels Lichtbogenschweißung, wobei aus dem Flansch mindestens eine Spitze herausragt, die so gestaltet ist, daß sie durch einen elektrischen Stromstoß explosionsartig verdampft werden kann, wobei die Länge der Spitze einem Mindestabstand zwischen Flansch und Struktur entspricht, der während der Abkühlphase nach der Explosion der Spitze eingehalten werden muß. Herkömmliche Bolzen mit Spitze für das Spitzenzündungsverfahren sind so dimensioniert, daß sie durch einen Stromstoß verdampfen und dabei die zum Verschweißen notwendige Energie freisetzen, wobei die Länge der Spitze gerade der gewünschten Länge des Lichtbogens zu Beginn des Schweißvorganges entspricht. Schweißbolzen gemäß der vorliegenden Erfindung haben mindestens eine Spitze, die so dimensioniert ist, daß eine kleine Explosion zur Reinigung des Anschweißbereiches erzielt werden kann, wobei die Länge der Spitze nichts mit dem später zu zündenden, der eigentlichen Verschweißung dienenden zweiten Lichtbogen zu tun hat, sondern lediglich so groß sein muß, daß nach der Explosion kein unerwünschtes punktuell Anschweißen bei vorgegebener Dynamik der Bewegungsvorrichtung erfolgen kann.

Für die vorliegende Erfindung kann es besonders vorteilhaft sein, wenn aus dem Flansch zwei oder mehr Spitzen herausragen, welche gleichzeitig zur Explosion gebracht werden. Auf diese Weise kann die Druckwelle der Explo-

sion in ihrer Wirkung beeinflußt werden zur Erzielung einer besonders guten Reinigung der Strukturoberfläche. Bei Vorhandensein mehrerer Spitzen werden diese bevorzugt im Umfangsbereich des Flansches angeordnet, vorzugsweise etwa gleichmäßig über diesen verteilt. Auf diese Weise kann eine breite Wirkung der Druckwelle erzielt werden mit einem ausgeprägten Maximum im Zentrum des Anschweißbereiches.

Zur Herstellung von Spitzen an erfindungsgemäßen Schweißbolzen ist es möglich, diese als Abgratungen auszubilden, wodurch der Herstellungsprozeß sehr einfach und preisgünstig gestaltet werden kann.

Alternativ können solche Spitzen auch durch geeignetes Einschnitten des Flansches in der Umgebung der Spitze hergestellt werden.

Zur Veranschaulichung der Erfindung sind in der Zeichnung teilweise schematisch zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, auf die diese jedoch nicht beschränkt ist. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt einen erfindungsgemäßen Schweißbolzen über einer Struktur, wobei der Rest der Schweißvorrichtung schematisch dargestellt ist, und

Fig. 2 eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schweißbolzens mit mehreren Spitzen im Querschnitt und

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des Schweißbolzens aus Fig. 2.

Fig. 1 zeigt eine Struktur 1, vorzugsweise aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, mit einem Anschweißbereich 2, der von einem Oberflächenbelag 2a bedeckt sein kann, insbesondere von einem Oxid und/oder einer Ölschicht. Ein Schweißbolzen 3 mit einem Bolzenschaft 4, einem Flansch 5, der an seinem unteren Ende eine Materialwulst 6 aufweist, ist über der Struktur 1 in einem Bolzenhalter 8 angeordnet. Der Bolzenhalter 8 läßt sich mittels eines Linearantriebes, präzise geregelt oder gesteuert, axial bewegen. Eine Steuerung 10 ist über eine Steuerleitung 13 mit dem Linearantrieb 9 verbunden. Außerdem ist die Steuerung 10 auch mit einer Schweißstromquelle 11 über eine Leitung 14 verbunden, wobei die Schweißstromquelle 11 den Bolzenhalter 8 über eine Stromleitung 15 mit dem erforderlichen Schweißstrom versorgt. Dabei enthält die Schweißstromquelle 11 vorzugsweise eine erste Kondensatorbatterie 12a und eine zweite Kondensatorbatterie 12b. Der Schweißbolzen 3 weist an seiner Unterseite eine Spitze 7 auf, welche beispielsweise zylindrisch mit 1-3 mm Durchmesser und 2-5 mm Länge und mit einem angespitzten unteren Ende versehen sein kann.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Bolzen 3 in dem Bolzenhalter 8 soweit abgesenkt, daß die Spitze 7 die Struktur 1 im Anschweißbereich 2 elektrisch kontaktiert. Durch Entladung der ersten Kondensatorbatterie wird die Spitze 7 explosionsartig zur Verdampfung gebracht, wobei der Oberflächenbelag im Anschweißbereich 2 aufgebrochen und beseitigt wird. Für eine Zeit von etwa 100 msec bleibt der Bolzen 3 in der Position, in der er bei der Explosion der Spitze 7 war, so daß ein Abstand zwischen Struktur 1 und Bolzen 3 besteht. Zur Vermeidung eines Lichtbogens direkt nach der Explosion muß entweder die Schweißstromquelle abgeschaltet oder der Abstand des Bolzens 3 von der Struktur 1 genügend groß sein. Sobald der Anschweißbereich 2 nach der Explosion wieder verfestigt ist, wird der Bolzen 3 in Kontakt mit dem nun metallisch reinen Anschweißbereich 2 gebracht. Nach der Explosion der Spitze 7 hat der Bolzen 3 die typische Struktur eines für das Hubzündungsverfahren geeigneten Schweißbolzens, d. h. vorzugsweise einen Flansch 5 mit einer darunter angeordneten Materialwulst 6. Auf diese Weise läßt sich, insbesondere

mit Hilfe der zweiten Kondensatorbatterie 12b ein üblicher Schweißvorgang nach dem Hubzündungsverfahren durchführen, an dessen Ende eine feste Schweißverbindung zwischen Bolzen 1 und Schweißbolzen 3 steht. Die genaue zeitliche Aufeinanderfolge von Explosion, Abkühlzeit und Hubzündungsverfahren erfordert eine präzise Regelung der Bewegungen des Bolzenhalters 8 und der Schweißstromquelle 11. Für die präzise Regelung eignet sich insbesondere ein Antrieb mit einem Schrittmotor 9a und einer Spindel 9b, wie sie auch schon bei herkömmlichen Hubzündungsverfahren eingesetzt werden.

Fig. 2 und 3 zeigen eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schweißbolzens mit mehreren Spitzen 17a, 17b, 17c die gleichmäßig über den Umfang des Anschweißendes verteilt sind.

Die vorliegende Erfindung eignet sich besonders für automatisierte Schweißverfahren, bei denen eine Vielzahl von Schweißbolzen mit Schweißverbindungen von hoher Qualität und Reproduzierbarkeit an Strukturen, insbesondere aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen, angebracht werden soll.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Struktur
- 2 Anschweißbereich
- 2a Oberflächenbelag (Oxid, Öl)
- 3 Schweißbolzen
- 4 Bolzenschaft
- 5 Flansch
- 6 Materialwulst
- 7 Spitze
- 8 Bolzenhalter
- 9 Linearantrieb
- 10 Steuerung
- 11 Schweißstromquelle
- 12a erste Kondensatorbatterie
- 12b zweite Kondensatorbatterie
- 13 Steuerleitung
- 14 Steuerleitung
- 15 Stromleitung
- 17a Spitze
- 17b Spitze
- 17c Spitze

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum zweistufigen Lichtbogenschweißen eines Bolzens (3) an eine metallische Struktur (1), wobei der Bolzen (3) an seinem Anschweißende einen Flansch (5) aufweist, aus dem mindestens eine Spitze (7) hervorsticht, mit folgenden Schritten:
  - a. der Bolzen (3) wird an die Struktur (1) herangeführt, bis die Spitze (7) die Struktur (1) in einem Anschweißbereich (2) berührt,
  - b. wenn die Spitze (7) die Struktur (1) kontaktiert wird diese durch einen ersten Stromstoß aus einer Schweißstromquelle (11) explosionsartig verdampft, wobei eine dabei erzeugte Explosionswelle und/oder das dabei entstehende Plasma den Anschweißbereich (2) der Struktur (1) von Verunreinigungen und/oder Oxiden (2a) reinigen,
  - c. die Schweißstromquelle (11) wird abgeschaltet oder so gesteuert, daß nach der Explosion kurzfristig kein Lichtbogen zwischen Struktur (1) und Bolzen (3) vorhanden ist, so daß die Berührungsstelle (2) wieder erstarren kann, wobei während dieser Zeit der Bolzen (3) die Struktur (1) nicht

berührt,  
d. anschließend wird in einer zweiten Prozeßstufe ein an sich bekannter Lichtbogen-Schweißvorgang zur Anschweißung des Bolzens (3) an die Struktur (1) durchgeführt, insbesondere nach dem Hubzündungsverfahren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die metallische Struktur (1) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Bolzen (3) aus einem gleichartigen Material wie die Struktur besteht.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Bolzen (3) aus Stahl und die Struktur (1) ebenfalls aus Stahl, vorzugsweise einem mit einer Oberflächenbeschichtung versehenen Stahl, besteht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für eine Zeit von 10 bis 200 ms, vorzugsweise 50 bis 100 ms, nach der Explosion der Spitze (7) kein Lichtbogen vorhanden ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach der Explosion zwischen Bolzen (3) und Struktur (1) ein Abstand aufrechterhalten wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Anschweißen des Bolzens (3) kurzzeitig eine Berührung mit der Struktur (1) zur erneuten Zündung eines zweiten Lichtbogens hergestellt, der Bolzen (3) dann bei brennendem Lichtbogen wieder angehoben und schließlich in die entstehende Schmelze an der Berührungsstelle (2) abgesenkt wird.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Schweißstromquelle (11), vorzugsweise enthaltend zwei Kondensatorbatterien (12a, 12b), einer Bolzenhalterung (8), einem Linearantrieb (9) zum Bewegen der Bolzenhalterung (8) und einer schnellen Steuerung (10), die den Bewegungsablauf und den Schweißstromverlauf mit einer Genauigkeit im Bereich von 2 bis 20 msec regeln kann.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Linearantrieb (9) einen elektromagnetischen Linearmotor (9a) umfaßt.
10. Schweißbolzen (3) mit einem Flansch (5) zum Anschweißen an einer Struktur (1) mittels einer zweistufigen Lichtbogenschweißung, wobei aus dem Flansch (5) mindestens eine Spitze (7) herausragt, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze (7) so gestaltet ist, daß sie durch einen elektrischen Stromstoß explosionsartig verdampft werden kann, wobei die Länge der Spitze (7) einem Mindestabstand zwischen Bolzen (3) und einer Struktur (1) entspricht.
11. Schweißbolzen nach Anspruch 10 für eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Spitze (7) so bemessen ist, daß nach ihrer Explosion bei gegebener Bewegungsdynamik der Vorrichtung keine Berührung des Flansches (5) mit der Struktur (1) während einer ersten Stufe des Schweißprozesses erfolgt.
12. Schweißbolzen nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Flansch (15) zwei oder mehr Spitzen (17a, 17b, 17c) herausragen.
13. Schweißbolzen nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (17a, 17b, 17c) im Umfangsbereich des Flansches (15) angeordnet, vorzugsweise etwa gleichmäßig über den Umfang verteilt sind.
14. Schweißbolzen nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze(n) (17a, 17b, 17c) als Abgratungen ausgebildet ist (sind).

15. Schweißbolzen nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze(n) (17a, 17b, 17c) durch Einschneiden des Flansches (15) hergestellt ist (sind).

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

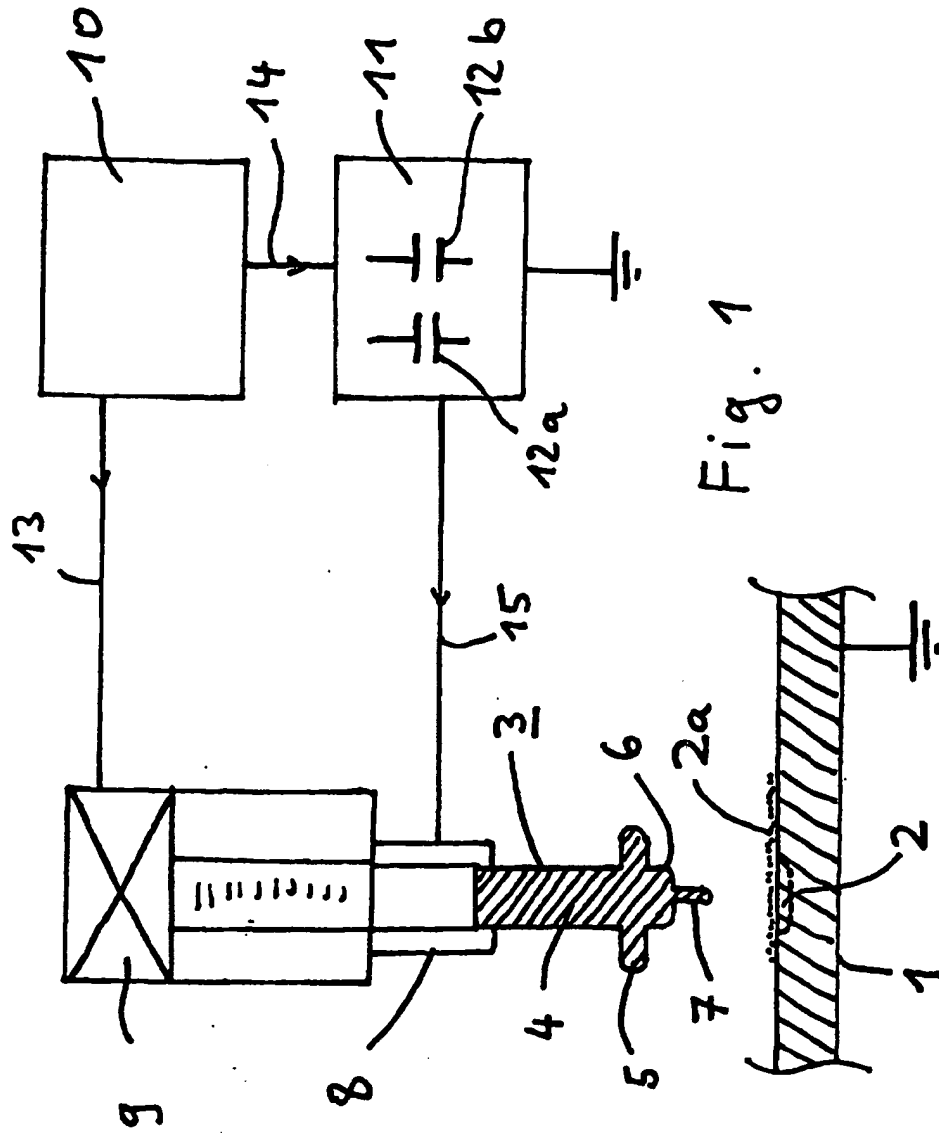


Fig. 1

